



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 196 21 485 A 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
F03 D 11/00
B 64 D 15/18
H 05 B 1/02

②1 Aktenzeichen: 196 21 485.8
②2 Anmeldetag: 29. 5. 96
④3 Offenlegungstag: 12. 3. 98

DE 196 21 485 A 1

⑦1 Anmelder:
Schulte, Franz Josef, 59939 Olsberg, DE

⑦2 Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

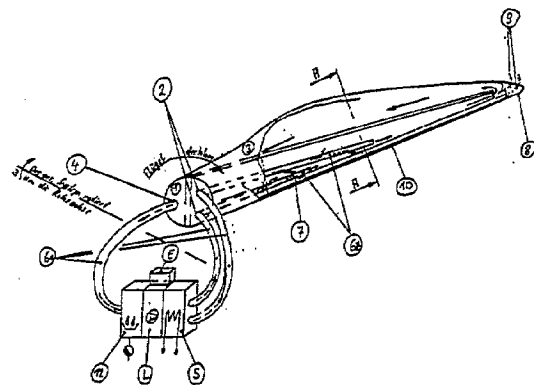
⑤4 Rotorblattheizung für Windkraftanlagen

⑤7 Bekannte Enteisungsverfahren weisen einen erheblichen Energieeinsatz auf. Die neue Erfindung soll die Rotorblätter von Windenergieanlagen mit geringstmöglichem Energieaufwand wirksam gegen Eisansatz schützen bzw. vom Eis befreien.

Eine Elektroheizung (5) erwärmt die im System befindliche Luft, die über Öffnungen (2) im Flansch der Rotorblätter in die Hohlräume derselben mittels Gebläse (L) eingebracht wird. Die warme Luft gibt einen Teil der Wärme im Rotorblatt ab und tritt aus einer oder mehreren Öffnungen (4) im Flansch wieder aus. Die rückgeführte Luft wird erneut erwärmt und dem Rotorblatt wieder zugeleitet.

Die erwärmte Luft wird über Schläuche, die auch definierte Öffnungen aufweisen können, in den Rotorblättern geführt. Dadurch kann eine genauere Wärmeverteilung im Rotorblatt erreicht werden.

An den Blattspitzen (8), wie an den Rotorblattvorderkanten (10) werden gut wärmeleitende Materialien (11) in das Rotorblattmaterial (GFK, o. ä.) zur besseren Wärmeverteilung mit eingearbeitet.



DE 196 21 485 A 1

Vorrichtungen zum Eisfreihalten und Enteisen von (Flugzeug-, Hubschrauber-)flügeln und -rotorblättern sind bekannt aus der Luftfahrt. Hier werden Flügel entweder mit Chemikalien von außen besprüht oder von innen mit vorgewärmter Luft beheizt. Am Boden wird dabei Warmluft aus stationären Wärmequellen verwendet, während des Fluges wird Abwärme aus den Antrieben verwendet. Da die Flügel fest montiert sind, wird die Wärmequelle beliebig stationär positioniert. Der Energieaufwand ist allerdings erheblich.

Windenergieanlagen wandeln die kinetische Energie des Windes in andere Energieformen um. Über Generatoren geschieht dies vorwiegend in elektrischen Strom. Windkraftanlagen bestehen in ihren Hauptkomponenten aus einem senkrecht aufgestellten, zylindrischen, bzw. konischen Turm oder einem Gittermast auf dem eine Gondel drehbar gelagert ist. In der Gondel befinden sich die mechanischen/elektrischen Einrichtungen zur Stromerzeugung. An der Gondel wird der Antrieb (Rotor) der Windenergieanlage angebracht. Der Rotor besteht u. a. aus einem oder mehreren tropfenförmigen, strömungsgünstig ausgebildeten Rotorblättern (Flügeln), die sich um die Rotor-Längsachse drehen.

Der hohe Energieaufwand bei den bekannten Enteisungsverfahren ist bei Windenergieanlagen, die mit möglichst geringem eigenem Aufwand möglichst viel regenerative Energie ernten sollen, von erheblichen Nachteil. Da sich die Rotorblätter von Windenergieanlagen um mindestens eine Achse drehen und auf 40—70 m hohen Masten angeordnet sind, sind die von starren Flügeln bekannten Enteisungs-Systeme ebenfalls ungeeignet. Als Energiequelle kommt bei Windenergieanlagen vorwiegend der selbst erzeugte, bzw. der aus dem Netz bezogene Strom in Frage.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung derart weiter zu bilden, daß die Rotorblätter von Windenergieanlagen mit geringstmöglichem Energieaufwand wirksam und gleichmäßig über die gesamte Rotorblattoberfläche gegen Eisansatz geschützt, bzw. vom Eis befreit werden.

Dieses Problem wird durch die im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Im Rotorkopf ist die hier beschriebene Warmluft-Flügelheizung eingebaut. Sie ist geeignet, mit geringem Energieaufwand die Vereisung von Flügeln zu vermeiden, bzw. vereiste Flügel im Stillstand (Windstille) als auch im bewegten Zustand (Betrieb) über die gesamte Oberfläche wirksam von Eis zu befreien.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß zur Energieeinsparung die im folgenden beschriebene Vorrichtung angewendet wird: Eine Elektroheizung erwärmt die im System Rotorblatt-Heizer befindliche Luft, die über Öffnungen im Flansch in die Hohlräume der Rotorblätter von Windenergieanlagen mittels Gebläse umgewälzt wird. Die kreisförmige Öffnung im Flansch der Rotorblätter wird sinnvollerweise mit einer Scheibe geschlossen. In der Scheibe befinden sich Ein- und Austrittsöffnungen mit Anschlußstutzen für die Warmluft. Die warme Luft gibt einen Teil der Wärme im Rotorblatt ab und tritt aus einer oder mehreren Öffnungen im Flansch wieder aus. Die rückgeführte Luft wird erneut erwärmt und dem Rotorblatt wieder zugeleitet.

Temperatursensoren an Ein- und Austrittsöffnungen sowie im Rotorblatt überwachen die Temperaturerhöhung und schalten die Heizung zum geeigneten Zeit-

punkt wieder aus. Eine Überhitzung wird so vermieden. Auf diese Weise erwärmt sich die umgewälzte Luft ständig weiter, was zu erheblicher Energieeinsparung führt.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich nach den Unteransprüchen.

Bei Windkraftanlagen mit sog. Pitchregelung wird jedes Rotorblatt um die eigene Längsachse bis zu 120 Grad gedreht. Zweckmäßigerweise werden die Verbindungsschläuche zwischen Heizung und Rotorblattflansch entsprechend flexibel ausgelegt.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht weiter darin, daß die erwärmte Luft über Schläuche in den Rotorblättern geführt wird. Dadurch kann eine gleichmäßigere Wärmeverteilung im Rotorblatt erreicht werden.

Noch genauer läßt sich diese Wärmeverteilung dadurch erreichen, daß der Luftschlauch nach vorheriger Beschreibung mit definierten Öffnungen versehen wird und dadurch eine gleichmäßigere, bzw. gezieltere Wärmeverteilung zuläßt.

Eine besondere Vereisungsgefahr besteht wegen der hohen Blattspitzengeschwindigkeiten an den Rotorblattspitzen sowie an den aus statischen Gründen stärker ausgelegten Rotorblattvorderkanten. Vorteilhafterweise bringt man an den Blattspitzen dazu kleine Öffnungen an, die einerseits für eine Kondensat-Entwässerung des Rotorblatts, andererseits für eine ausreichende Versorgung mit warmer Luft an dieser Stelle sorgen. Ohne diese Öffnungen bildet sich hier ein kalter Luftstau, der die Rotorblattspitze vereisen läßt. Die an den Blattspitzen entweichende Luft wird im Ansaugbereich des Heizregisters über definierte Öffnungen neu angesaugt.

Zusätzlich lassen sich an den Blattspitzen, wie an den Rotorblattvorderkanten gut wärmeleitende Materialien in das Rotorblattmaterial (GFK, o. ä.) mit einarbeiten. Dieses leitende Material läßt sich unter Umständen gleichzeitig als Blitzschutzelement mit verwenden.

Die Wirksamkeit der oben beschriebenen Vorrichtung läßt sich durch die Entfeuchtung der zirkulierenden Luft weiter steigern. Durch die Entfeuchtung vermeidet man außerdem die Entwicklung von Schweißwasser im Rotorblatt (warme Luft nimmt mehr Feuchtigkeit auf und gibt sie an kalten Stellen ab). Feuchtigkeit im Rotorblatt könnte zu erneutem Eisansatz im Rotorblatt führen. Über dadurch entstehende Unwuchten kommt die gesamte Anlage dann zum Stillstand und kann bis zum Abtauen keine elektrische Energie mehr liefern.

Anstelle oder ergänzend zu den oben beschriebenen Luftschläuchen innerhalb des Rotorblatts können in der Grundkonstruktion des Rotorblatts Luftkanäle vorgesehen werden. Die Luftführung und damit bessere Verteilung der Warmluft kann dadurch auf einfache Weise erreicht werden.

Die Rotorblattheizung wird sinnvollerweise durch einen sogenannten Schnee- und Eismelder gesteuert. Diese Melder registrieren die Außentemperatur und die Außen-Luftfeuchtigkeit und schalten die Warmluftherzeugung nur dann ein, wenn Eisansatz droht.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 Rotorblatt mit erfindungsgemäßer Vorrichtung,

Fig. 2 einen Schnitt längs Linie A-A in Fig. 1.

Gemäß Fig. 1 schaltet ein bekannter Schnee- und Eismelder (E) bei Erreichen bestimmter Grenzwerte von

Außentemperatur und Luftfeuchtigkeit die Einheit von Heizung (5), Absorber (12) und Lüfter (L) ein. Der angewärmte Luftstrom gelangt über die Öffnungen (2) im Flansch (1) in das Rotorblatt (3). Im Rotorblatt wird die Luft geführt durch die Schläuche (6b). Der Luftstrom kann dadurch besser im Rotorblatt verteilt werden. Außerdem wird insbesondere ein Luftstrom-Kurzschluß im vorderen Bereich des Rotorblatts vermieden.

Die Vorderkanten von Rotorblättern werden üblicherweise wegen der hohen mechanischen Belastung besonders dick ausgeführt. Gleichzeitig kühlen diese auf der Außenseite schneller ab. Dadurch tritt in diesem Bereich häufig besonders starker Eisansatz auf. Die Materialanhäufung führt in diesem Bereich zu einer thermischen Isolierung. Durch das Einlaminieren von gut wärmeleitenden Material (11) (z. B. Kupfer- oder Aluminiumgewebe, oder -folien) kann die hereingeführte Warmluft auch diese kritischen Bereiche aufwärmen. Sofern das wärmeleitende Material elektrisch leitend ausgeführt wird kann es gleichzeitig als Blitzableitung verwendet werden.

Die Rotorblattspitzen (8) sind wegen der hohen Geschwindigkeiten besonders gefährdet, Eis anzusetzen. In der Rotorblattspitze wird sich aufgrund der Fliehkräfte die schwerere kalte Luft ansammeln. Der angewärmte Luftstrom wird die Rotorblattspitze besser erreichen, wenn die kalte Luft kontrolliert über die Öffnungen (9) entweichen kann. Zweckmäßigerweise wird das wärmeleitende Material (11) zusätzlich bis in die Rotorblattspitze geführt. Damit werden auch die Öffnungen (9) eisfrei gehalten.

Zu den Schläuchen (6b) können ersatzweise oder zusätzlich in der Rotorblattkonstruktion Luftkanäle (13) durch geeignete Holme gebildet werden, die die angewärmte Luft im Rotorblatt zwangsführen und gleichzeitig der geeigneten Versteifung der Flügel dienen. Auch die Rotorblattspitzen (8) können so erreicht werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Warmluftbeheizung von Rotorblättern, insbesondere bei Windenergieanlagen und zwar insbesondere zur Verhinderung und Beseitigung von Eisansatz **dadurch gekennzeichnet**, daß am Rotorblattflansch (1) ein oder mehrere Lufteintrittsstutzen (2) vorgesehen sind, in die die im System befindliche Luft außerhalb des Rotorblatts (3) beheizte Luft eingeblasen wird und andere Luftaustrittsöffnungen (4) durch die die Luft wieder austritt, um sie über den Lüfter (L) und Heizer (5) dem Rotorblatt (3) erneut zuzuführen.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsschläuche zwischen Heizer und Lufteintrittsstutzen (2) sowie zwischen Heizer (5) und Luftaustrittsöffnungen (4) als flexible Schläuche ausgebildet sind.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß an dem (den) Lufteintrittsstutzen (2) nach innen Luftschläuche (6b) angebracht sind.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftschläuche (6b) mit definierten Öffnungen (7) versehen sind.
5. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß an den Rotorblattspitzen (8) Öffnungen (9) vorgesehen sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in die Rotorblattvorderkante (10) Wärmeleitsreifen (z. B. aus Aluminium) (11)

einlaminieren werden.

7. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

daß die Warmluft vor der Einbringung in das Rotorblatt mittels Absorber (12) entfeuchtet wird.

8. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Rotorblatts Luftkanäle (13) eingefügt werden.

9. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizung (5) durch eine elektronische Schaltung (E) gesteuert wird, die mit Sensoren zur Detektierung von drohender Vereisung verbunden ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

